

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11297805
PUBLICATION DATE : 29-10-99

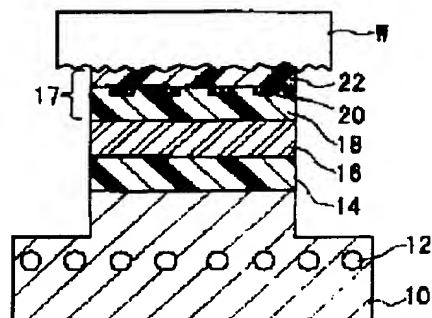
APPLICATION DATE : 13-04-98
APPLICATION NUMBER : 10101529

APPLICANT : TOMOEGAWA PAPER CO LTD;

INVENTOR : KOBAYASHI MASA HARU;

INT.CL. : H01L 21/68 B23Q 3/15 C09J 7/02
H02N 13/00

TITLE : ELECTROSTATIC CHUCKING DEVICE,
LAMINATED SHEET AND BONDING
AGENT THEREFOR



ABSTRACT : **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrostatic chucking device of a structure, and a laminated sheet for electrostatic chuck, wherein the deterioration of the flatness of the suction surface of a wafer and separation of bonding agent layers from a ceramic board can be prevented for a long period and, moreover, the heat dissipation property of the wafer is favorable.

SOLUTION: This device is provided with a metal board 10, a first bonding agent layer 14 provided on this board 10 and a ceramic insulating sheet 16 provided on this layer 14. The layer 14 and a second bonding agent layer 18 contain one kind of a copolymer or two kinds or more of copolymers, which is or are selected from among an acrylonitrile-butadiene copolymer, an olefin copolymer and a polyphenyl ether copolymer, and a hindered phenol anti-oxidizing agent.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属基盤と、この金属基盤上に設けられた接着剤層と、この接着剤層上に設けられたセラミック製のセラミック絶縁板とを有し、前記接着剤層は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする静電チャック装置。

【請求項2】 金属基盤と、この金属基盤上に設けられた第1接着剤層と、この第1接着剤層上に設けられたセラミック製のセラミック絶縁板と、このセラミック絶縁板上に設けられた第2接着剤層と、この第2接着剤層上に設けられた絶縁性フィルムと、前記第2接着剤層と前記絶縁性フィルムとの間に設けられた電極とを具備し、前記第1接着剤層および前記第2接着剤層の少なくとも一方は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする静電チャック装置。

【請求項3】 前記電極の厚さは300オングストローム～10 μ m、前記絶縁性フィルムの厚さは20～75 μ m、前記セラミック絶縁板の厚さは0.3～8mm、前記第1接着剤層の厚さは20～200 μ m、前記第2接着剤層の厚さは5～50 μ mであることを特徴とする請求項2記載の静電チャック装置。

【請求項4】 金属基盤と、この金属基盤上に設けられた第1接着剤層と、この第1接着剤層上に設けられたセラミック製のセラミック絶縁板と、このセラミック絶縁板上に設けられた第2接着剤層と、この第2接着剤層上に設けられた絶縁性フィルムと、前記セラミック絶縁板の上面に埋め込まれた電極とを具備し、前記第1接着剤層および前記第2接着剤層の少なくとも一方は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする静電チャック装置。

【請求項5】 前記電極の厚さは0.05～2mm、前記絶縁性フィルムの厚さは20～75 μ m、前記セラミック絶縁板の厚さは0.5～8mm、前記第1接着剤層の厚さは20～200 μ m、前記第2接着剤層の厚さは5～100 μ mであることを特徴とする請求項4記載の静電チャック装置。

【請求項6】 前記ゴム成分は、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、オレフィン系共重合体、およびポリフェニルエーテル共重合体から選択される1種または2種以上であり、前記フェノール系抗酸化剤は、ヒンダードフェノール系抗酸化剤であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の静電チャック装置。

【請求項7】 前記ヒンダードフェノール系抗酸化剤は、その一分子中に、 α -ナフチル基が2基以上結合しているフェノール基を3基以上有し、分子量は700以上である物質であることを特徴とする請求項6記載の静電チャック装置。

【請求項8】 前記ヒンダードフェノール系抗酸化剤は、200℃に加熱した際の熱重量減少率が5%以下であり、前記各接着剤層の反り率は0.03%以下である

ことを特徴とする請求項6または7記載の静電チャック装置。

【請求項9】 絶縁性フィルムと、この絶縁性フィルムの少なくとも一面に設けられた接着剤層とを有し、前記接着剤層は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする静電チャック用積層シート。

【請求項10】 前記絶縁性フィルムには電極が固定されていることを特徴とする請求項9記載の静電チャック用積層シート。

【請求項11】 ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有する静電チャックシート用接着剤であって、前記ゴム成分は、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、オレフィン系共重合体、およびポリフェニルエーテル共重合体から選択される1種または2種以上であり、前記フェノール系抗酸化剤は、その一分子中に、 α -ナフチル基が2基以上結合しているフェノール基を3基以上有し、分子量は700以上である物質であることを特徴とする静電チャックシート用接着剤。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウエハ等の導電体または半導体を静電気力で吸着固定するための静電チャック装置および静電チャック用積層シートに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウエハを加工する工程においては、半導体ウエハを加工機の所定部位に固定するためにチャック装置が使用される。チャック装置としては、機械式、真空式、および静電式の装置が存在するが、静電チャック装置は、平坦でないウエハであっても吸着でき、取り扱いが簡単で、真空中でも使用できる利点を有している。

【0003】従来の静電チャック装置の一例が、特公平5-87177号に開示されている。この装置は、図6に示すように、金属基盤1上に、接着剤層2a、絶縁性フィルム4b、接着剤層2b、金属薄板からなる電極層3b、接着剤層2c、絶縁性フィルム4aを順に積層したものであり、絶縁性フィルム4a上にウエハ5が吸着される。金属基盤1内には、恒温水等を通して温度調節するための温度調節用空間6が形成されている。

【0004】また、図7は特開平8-148549号公報に開示された静電チャック装置を示す。この装置では、金属基盤1の上に比較的厚い絶縁性接着剤層2が形成され、その上に金属の蒸着膜またはメッキ膜からなる電極層3aが形成され、その上に絶縁性フィルム4が接着されて、これに半導体ウエハ5が吸着されるようになっている。

【0005】ところで、これらの装置では、金属基盤1と電極3a、3bとの間の絶縁性を確保するため、金属基盤1と電極3a、3bとの間に設けられる絶縁層、す

なわち、図6の例では接着剤層2a、絶縁性フィルム4b、接着剤層2bの合計、また図7の例では接着剤層2を十分に厚く形成しなければならない。しかもこれらは全て樹脂材料であるから熱伝導率が低く、結果として、ウエハから金属基板1への伝熱性が悪いという問題があった。伝熱性が悪いと、処理中のウエハが異常に昇温するなどの原因となり得る。

【0006】そこで最近では、金属基盤と電極との間に、絶縁性に優れ、しかも樹脂より熱伝導性が良好なセラミック絶縁板を配置することにより、金属基盤と電極との間の絶縁性を高く確保しつつ、ウエハから金属基盤への伝熱性を向上することが提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記のようなセラミック絶縁板は通常薄い物であり、その下面は接着剤を介して金属基盤に接着される上、セラミック絶縁板の上面にも、接着剤を介して絶縁性シートが貼付される。これらのような接着剤として、従来はエポキシ系等の接着剤が使用されていたが、全ての接着剤は多かれ少なかれ硬化の過程で体積変化を生じるため、セラミック絶縁板の特に外周部で接着剤層がセラミック絶縁板から剥離し、剥離部分での熱伝導性を悪化させてウエハ外周部の冷却が困難になったり、接着剤層の体積変化によりセラミック絶縁板に応力がかかり、セラミック絶縁板が歪んでウエハ吸着面の平面度が悪化し、ウエハ吸着力が低下したり、ウエハ吸着面とウエハとの間に僅かに供給される冷却用ヘリウムガスの漏れが激しくなるなどの様々な問題があった。また、セラミック絶縁板の上面に形成された接着剤層も、硬化の過程で体積変化を生じれば、前記同様に剥離を生じたり、セラミック絶縁板を歪ませたり、ウエハ吸着面の平面度を悪化させる原因となり、同様の悪影響を及ぼす。

【0008】そこで、本発明者らは、セラミック絶縁板の上面または下面に設けられる接着剤層にゴム成分を添加することにより、接着剤層に適度の弾性を付与し、接着剤層に体積変化が生じた場合にもこの弾性によって応力を緩和し、セラミック絶縁板やウエハ吸着面の歪みを防ぐことを発案した。

【0009】しかし、このようなゴム成分を含有する接着剤層では、プラズマ等によるウエハ処理を繰り返すうちにゴム成分が酸化により劣化し、徐々に弾性を失って応力緩和効果が低下し、緩和されていた応力がセラミック絶縁板の歪みやウエハ吸着面の平面度低下をもたらし、前述したような様々な問題が再び顕在化してくるという問題を有していた。

【0010】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、ウエハ吸着面の平面度悪化や、セラミックス基板からの接着剤層の剥離を長期に亘って防ぐことができ、しかも、ウエハの放熱性が良好な静電チャック装置および静電チャック用積層シートを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る静電チャック装置は、金属基盤と、この金属基盤上に設けられた接着剤層と、この接着剤層上に設けられたセラミック製のセラミック絶縁板とを有し、前記接着剤層は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする。前記ゴム成分の好ましい例としては、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、オレフィン系共重合体、およびポリフェニルエーテル共重合体から選択される1種または2種以上の混合物が挙げられる。前記フェノール系抗酸化剤の好ましい例としては、ヒンダードフェノール系抗酸化剤が例示でき、中でも、その一分子中に、メーブチル基が2基以上結合しているフェノール基を3基以上有し、分子量は700以上である物質がより好適である。さらに、ヒンダードフェノール系抗酸化剤は、200℃に加熱した際の熱重量減少率が5%以下であり、前記各接着剤層の反り率は0.03%以下であることが好ましい。なお、ヒンダードとは立体障害を有することを意味する。

【0012】一方、本発明に係る静電チャック用積層シートは、絶縁性フィルムと、この絶縁性フィルムの少なくとも一面に設けられた接着剤層とを有し、前記接着剤層は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有していることを特徴とする。前記絶縁性フィルムには電極が固定されていてもよい。

【0013】また、本発明に係る静電チャックシート用接着剤は、ゴム成分およびフェノール系抗酸化剤とを含有し、前記ゴム成分は、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、オレフィン系共重合体、およびポリフェニルエーテル共重合体から選択される1種または2種以上であり、前記フェノール系抗酸化剤は、その一分子中に、メーブチル基が2基以上結合しているフェノール基を3基以上有し、分子量は700以上である物質であることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。図1は本発明に係る静電チャック装置の一実施形態を示している。この静電チャック装置は、円盤形をなす金属基盤10、絶縁性および応力緩和性に優れた第1接着剤層14、円板状をなすセラミック絶縁板16、第2接着剤層18、および絶縁性フィルム22が順に形成されたものであり、第2接着剤層18と絶縁性フィルム22との間に、一定のパターンをなす電極層20が形成されている。また、金属基盤10の内部には、熱媒流路12が形成されており、ウエハ温度を調整するための熱媒が通されるようになっている。

【0015】電極層20は、絶縁性フィルム22の下面に蒸着またはメッキされた金属蒸着膜または金属メッキ膜である。電極層20は、第2接着剤層18、セラミック絶縁板16、および第1接着剤層14を貫通した通電

手段(図示略)を通じて電圧発生装置に接続され、電極層20へ電圧を印可すると、絶縁性フィルム22の吸着面に分極電荷が発生し、半導体ウエハWが吸着されるようになっている。なお、静電チャック装置が吸着する対象は、ウエハに限定されるものではなく、導電体または半導体であればいずれも吸着できる。

【0016】絶縁性フィルム22、電極層20、および第2接着剤層18は、絶縁性フィルム22が損耗した場合に、セラミック絶縁板16から剥がして交換される積層シート17を構成している。

【0017】図3および図4は、この実施形態をより具体的に示している。これらの図に示すように、静電チャック装置には各要素10~22を垂直に貫通して、3つの貫通孔24が形成されており、これら貫通孔24内には昇降ロッド(図示略)が配置され、これら昇降ロッドがウエハ吸着面から上方へ突出することにより、ウエハWが昇降されるようになっている。また、要素10~18の中心部を垂直に貫通して中心孔25が形成され、この中心孔25内でリード線などの給電部材27が、ハンダ付け等の接続部26を介して電極層20に接続され、中心孔25内が樹脂等の絶縁体28により封止されている。給電部材27を介して外部から電極層20へ電圧が供給される。なお、図3に示す電極層20の平面形状は一例であり、他にもさまざまな変形が可能である。

【0018】電極層20の材質としては、銅、アルミニウム、錫、ニッケル、クロム、銀、パラジウム、およびそれらの合金などのように、蒸着やメッキ等による薄膜形成が容易に行え、かつウエットエッチング等によるパターン形成がしやすい材料であれば如何なる金属でもよい。

【0019】電極層20の厚さは限定はされないが、300オングストローム~10 μm であることが好ましい。300オングストローム未満の膜厚であると均一な膜が形成しにくい。アルミニウム等の反応性の高い材料の場合は、酸化しやすいため安定した導電性を保持するのが難しい。また、10 μm を越えると蒸着やメッキ法では形成コストがかかる。製造のしやすさを考慮すると、電極層20の厚さは500オングストローム~5 μm であることがより好ましい。

【0020】絶縁性フィルム22は、誘電率 ϵ 、誘電損失係数 $\tan\delta$ 、耐電圧等の電気特性等を考慮したうえで、150℃以上の耐熱温度を有する絶縁性フィルムが好ましい。150℃以上の耐熱性を有する絶縁性フィルムとしては、例えば、フッ素樹脂(フロロエチレン-プロピレン共重合体等)、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルケトン、セルローストリアセテート、シリコーンゴム、ポリイミド等があげられ、その中でも特に、ポリイミドが好ましい。ポリイミドフィルムとしては、例えば、「カプトン」(東レ・デュボン社製)、「アビカル」(鐘淵化学工業社製)、「ユービレックス」(宇部

興産社製)等の商品名で販売されているフィルムが例示できる。

【0021】絶縁性フィルム22の厚さは限定されないが、20~75 μm の範囲が好ましい。熱伝導性、吸着力の観点からは薄い方が好ましいが、機械的強度、耐電圧および耐久性(耐疲労性)を考慮すると、40~60 μm の範囲が特に好ましい。

【0022】セラミック絶縁板16は、絶縁性および熱伝導性に優れ、溶剤に対する耐性があることが必要で、具体的にはアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素、ジルコニア、ガラス等が好ましく、表面が平滑なものが使用される。セラミック絶縁板16の厚さは限定はされないが、被吸着面の熱を逃がしつつ十分な耐久性を確保する観点から、0.3~8mmの範囲が好ましく、さらに好ましくは0.5~4mm、最適には0.5~2mmである。

【0023】金属基盤10、第1接着剤層14、セラミック絶縁板16、第2接着剤層18、絶縁性フィルム22には、ウエハ吸着面に開口する複数のガス通路(図示略)が形成されていてもよい。これらガス通路を通して、少量の不活性ガス、特に伝熱性に優れたヘリウムガスを噴出させることにより、半導体ウエハWの冷却を促進することができる。

【0024】第1接着剤層14および第2接着剤層18を形成するための接着剤としては、絶縁性フィルム22、電極層20、セラミック絶縁板16および金属基盤10の4者に対する接着力、電気特性、および耐熱性に優れていることが必要であり、特に第1接着剤層14には、応力緩和能力の高い、ヤング率の低い弾性に富む接着剤が好ましい。このような弾性に富む接着剤としては、ゴム系成分とフェノール系抗酸化剤を含むものが好ましい。ゴム系成分として特に好ましいものは、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、オレフィン系共重合体、およびポリフェニルエーテル共重合体から選択される1種または2種以上の混合物であり、特にブタジエン-アクリロニトリル共重合体が好適である。ブタジエン-アクリロニトリル共重合体は弾性が適当であり、セラミック絶縁板16に加わる応力を緩和する作用に優れているからである。

【0025】フェノール系抗酸化剤は、例えば接着層が高温に曝されたときにゴム成分が発生するラジカルを吸収して、ゴム成分が劣化することを防止する作用を果たし、これにより第1接着剤層14および第2接着剤層18の弾性劣化を防止する。このようなフェノール系抗酸化剤としては、特にヒンダードフェノール系抗酸化剤が好ましく、特に、 tert -ブチル基が2基以上結合しているフェノール基を3基以上有し、分子量は700以上、より好ましくは750~1500である化合物が好適である。この条件を満たす場合には、静電チャック装置が高温に曝された場合にも、酸化防止効果が劣化しにくく、

ひいてはゴム成分の応力緩和効果を長く持続させることができるからである。

【0026】特に好ましい接着剤は、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体を10～90重量%（より好ましくは50～90重量%、最適には60～80重量%）と、2個以上のマレイミド基を含有する化合物を90～10重量%（より好ましくは50～10重量%、最適には40～20重量%）と、前記フェノール系抗酸化剤を0.3～20重量%（より好ましくは0.3～10重量%、最適には3～7重量%）と、パーオキシサイトなどの反応促進剤5重量%以内（より好ましくは0.1～2重量%、最適には0.1～1重量%）の割合で混合したものを、適当な有機溶媒に溶解したものである。これを塗布して有機溶媒を蒸発させ、半硬化した接着剤層を得た後、被接着面に貼り合わせて加熱処理することにより、好ましい第1接着剤層14および/または第2接着剤層18が形成できる。

【0027】前記ブタジエン-アクリロニトリル共重合体としては、重量平均分子量1,000～200,000およびカルボキシル基当量30～10,000を有するカルボキシル基含有ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、重量平均分子量1,000～200,000およびアクリル基当量500～10,000を有するアクリル基含有ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、重量平均分子量1,000～200,000およびエポキシ基当量500～10,000を有するエポキシ基含有ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、重量平均分子量1,000～200,000を有するブタジエン-アクリロニトリル共重合体、および重量平均分子量1,000～200,000およびアミノ基当量500～10,000を有するビペラジニルエチルアミノカルボニル基含有ブタジエン-アクリロニトリル共重合体から選択される1種または2種以上の混合物が好適である。前記平均分子量は、より好ましくは3000～8000である。

【0028】フェノール系抗酸化剤は、接着剤層の体積変化（主に収縮）によるセラミック絶縁板の反りを低減するために、熱重量分析法により200℃に加熱した際の熱重量減少率が5%以下であることが好ましい。熱重量減少率は、抗酸化剤を常温から200℃まで10℃/minで昇温して測定した値と定義する。

【0029】フェノール系抗酸化剤の具体例としては、1,3,5-トリス（3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル）-s-トリアジン-2,4,6-（1H,3H,5H）トリオン：分子量784、重量減少率0%、1,1,3-トリス（2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル）ブタン：分子量545、重量減少率2.8%、テトラキス〔メチレン（3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシヒドロキシナメート）〕メタン：分子量1178、重量減少率0.2

%、1,3,5-トリメチル-2,4,6-トリス（3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル）ベンゼン：分子量775、前記重量減少率0%、等が例示できる。これに対し、例えば2,6-ジ-tert-ブチルフェノールは分子量206.33、前記重量減少率8%である。

【0030】接着剤層14,18にはフィラーを添加してもよい。フィラーとしては、例えば、シリカ、石英粉、アルミナ、炭酸カルシウム、酸化マグネシウム、ダイヤモンド粉、マイカ、カオリナイト、フッ素樹脂粉、シリコン粉、ポリイミド粉、ジルコン粉等が使用される。これらフィラーは単独で使用してもよいし、2種以上混合しても構わない。フィラーの含有量は、全固形分の70重量%以内、好ましくは5～40重量%の範囲とされる。含有量が70重量%よりも多くなると、加工時の粘度低下が生じ、また硬化後の接着力および強度が低下する。

【0031】第1接着剤層14の厚さは限定されないが、20～200μmであることが好ましく、より好ましくは60～120μmであり、最適には80～100μmとされる。第2接着剤層18の厚さも限定されないが、5～50μmであることが好ましく、より好ましくは8～20μmであり、最適には8～12μmとされる。すなわち、第1接着剤層14は第2接着剤層18より厚い方が好ましい。また、後述する反り率の試験方法によって接着剤層に生じる反りを測定した場合、測定値が0.03%以下であることが望ましい。

【0032】上記構成からなる静電チャック装置では、半硬化状態の接着剤層を加熱処理して第1接着剤層14および第2接着剤層18を形成する際に、これら接着剤層14,18の主組成物であるゴム成分が弾性により応力を緩和するため、セラミック絶縁板16にかかる応力を低減することができる。また、接着剤層14,18には耐熱性に優れたフェノール系抗酸化剤が含まれているため、ゴム成分から発生するラジカルを吸収し、ゴム成分の酸化劣化を長期に亘って防ぐことが可能である。これにより、セラミック絶縁板16に歪みが生じたり、セラミック絶縁板16と接着剤層14,18との接合界面（特に外周部）に剥離が生じてウエハWの冷却性が部分的に低下したり、ウエハ吸着面の平面度が悪化し、ウエハ吸着力が低下したり、ウエハ吸着面とウエハとの間に僅かに供給される冷却用ヘリウムガスの漏れが激しくなるなどの様々な問題を長期に亘って防止することが可能であり、部品交換に要するランニングコストの低減も図れる。

【0033】次に、この実施形態の静電チャック装置の製造方法について説明する。まず、絶縁性フィルム22の一面の全面に、所定のパターン（図3参照）を有する電極層20を形成する。複雑なパターンを有する電極層

20を形成するには、電極パターンをなす金属膜を直接、絶縁性フィルム22上に形成することも可能であるが、フォトレジストを用いた方法で作製するとより容易である。この場合、絶縁性フィルム22の片面全面に蒸着法および/またはメッキ法により金属膜を形成し、その金属膜上にフォトレジスト層を形成する。フォトレジスト層は、液状レジストを塗布し、乾燥することにより形成してもよく、フォトレジストフィルム(ドライフィルム)を熱圧着により金属膜上に貼り合わせて形成してもよい。

【0034】続いて、フォトレジスト層をパターン露光し、現像して金属膜を溶解すべき部分のフォトレジストを除去した後、金属膜の露出部分をエッチングし、洗浄、レジスト剥離、および乾燥を行い、所定の形状の電極層20を形成する。これらの操作は、フォトレジストパターンを形成する公知の方法を使用して行えばよい。

【0035】絶縁性フィルム22に電極層20が形成されたら、絶縁性フィルム22の電極層20形成面の全面に、第2接着剤層18を形成するための液状またはフィルム状の接着剤をその表面が平坦になるように塗布し、乾燥して半硬化させ、第2接着剤層18を形成する。必要であればセラミック絶縁板16の形状に合わせて打ち抜き加工し、積層シート17を得る。

【0036】次に、セラミック絶縁板16を第1接着剤層14を介して金属基盤10に接着し、さらに、セラミック絶縁板16上に、積層シート17の第2接着剤層18を接着する。第2接着剤層18が熱硬化性接着剤を含む場合は、必要に応じて適切な加熱を行い、硬化処理を行う。上記のようにして本発明の静電チャック装置を作製することができる。

【0037】ウエハ処理により絶縁性フィルム22が疲労した場合、積層シート17をセラミック絶縁板16から剥がし、新しい積層シート17を接着する。第2接着剤層18は薄く、しかも劣化しにくいのでセラミック絶縁板16からの剥離が容易であり、セラミック絶縁板16上に一部が残ったとしても少量であるから除去は容易である。

【0038】次に、本発明に係る静電チャック装置の他の実施形態について図2を用いて説明する。この静電チャック装置は、円盤形をなす金属基盤10、絶縁性および応力緩和性に優れた第1接着剤層30、円板状をなすセラミック絶縁板32、第2接着剤層36、および絶縁性フィルム38が順に形成されたものであり、セラミック絶縁板32の上面には、一定のパターンをなす電極層34が埋設状態で形成されている。すなわち、電極層34の上面は、セラミック絶縁板32の上面と同一面上にある。金属基盤10内には前記実施形態と同様に熱媒流路12が形成されている。

【0039】図5はこの実施形態のより具体的な構成を示すものであり、この実施形態の装置にも、図4の実施

形態と同様、ウエハを昇降するための貫通孔24、および電極層34に給電するための要素25~28が形成されている。電極層34の平面形状も図3に示した電極層20と同様でよいが、限定はされない。前記実施形態と同様にガス通路(図示略)が形成されていてもよい。

【0040】電極層34の材質は前記実施形態と同様でよい。電極層34は打ち抜き形成された金属箔でもよいし、導電性ペーストを焼成して形成した導電体であってもよいし、セラミック絶縁板32の上面に蒸着および/またはメッキされた金属蒸着膜または金属メッキ膜であってもよい。特に、銀、白金、パラジウム、モリブデン、マグネシウム、タングステンおよびこれらの合金は、ペースト状または粉末状で扱えるため加工性、印刷容易性に優れ好ましく、その中でもパラジウム合金は導電性および加工性が良好である。電極層34が厚い場合には、セラミック絶縁板32の上面に電極層34のパターンを有する凹部を形成した上で、その内部に電極層34が形成される。凹部を形成した場合、セラミック絶縁板32と電極層34との間に段差があると、ウエハWの密着性が悪化するため、電極層34を形成した後に、セラミック絶縁板32および電極層34の上面を研磨等により平滑にすることが好ましい。

【0041】電極層34の厚さは限定はされないが、この実施形態では比較的厚くてもよく、0.05~2mmであることが好ましく、より好ましくは0.05~1mmとされる。電極層34が非常に薄い場合には、セラミック絶縁板32の表面に凹部を形成せず、表面に電極層34を直接形成してもよい。

【0042】絶縁性フィルム38および第2接着剤層36は、絶縁性フィルム38が損耗した場合に、セラミック絶縁板32および電極層34から剥がして交換される積層シート35を構成している。絶縁性フィルム38の材質や厚さは、前記実施形態の絶縁性フィルム22と同様に20~75 μ mの範囲が好ましく、40~60 μ mの範囲が特に好ましい。

【0043】セラミック絶縁板32の材質も前記実施形態のセラミック絶縁板16と同様でよい。セラミック絶縁板32の厚さは限定はされないが、被吸着面の熱を逃がしつつ十分な耐久性を確保する観点から、0.5~8mmの範囲が好ましく、さらに好ましくは0.5~4mm、最適には0.5~1mmである。

【0044】金属基盤10、第1接着剤層30、セラミック絶縁板32、第2接着剤層36、絶縁性フィルム38には、ウエハ吸着面に開口する複数のガス通路(図示略)が形成されていてもよい。第1接着剤層30および第2接着剤層36を形成するための接着剤は、先の実施形態と同様でよい。第1接着剤層30および第2接着剤層36の厚さは限定されないが、第1接着剤層30の厚さは20~200 μ mであることが好ましく、より好ましくは50~150 μ mであり、最適には80~120

μm とされる。第2接着剤層36の厚さは5～100 μm であることが好ましく、より好ましくは5～50 μm であり、最適には10～30 μm とされる。

【0045】本実施形態の静電チャック装置では、前記実施形態と同様の効果が得られる上、第2接着剤層36が薄いために、積層シート35を剥がして新たな積層シート35を張る際に、セラミック絶縁板32および電極層34から接着剤を洗浄等により完全に除去することが容易であるうえ、積層シート35には電極が形成されていないため、積層シート35の張り替え作業が容易に行える利点を有する。

【0046】次に、この実施形態の静電チャック装置の製造方法について説明する。まず、セラミック絶縁板32の一面を研削加工し、電極層34のパターンをなす一定深さの凹部を形成する。次に、この凹部内に電極層34を形成する。そのためには、予め打ち抜き加工等により形成した板状の電極層34を凹部にはめ込んで接着してもよいし、蒸着やメッキ法により電極層34を凹部内に形成してもよいが、より効率的に形成するには、白金パラジウムや銀等の金属微粉末を含有する導電性ペースト等を研削部にスクリーン印刷等で塗布した後、加熱硬化および必要に応じて数100℃での焼成を行い、電極層34を形成する。必要に応じては、電極層34を形成した面を研磨加工等により平滑にする。セラミック絶縁板32を製造する時点で、焼成前のセラミック絶縁板に所定のパターン形状を有する凹部を形成し、導電性ペーストを印刷あるいは、塗布した後、焼成して製造してもよい。

【0047】次に、セラミック絶縁板32の下面を第1接着剤層30を介して金属基盤10に接着する。セラミック絶縁板32および金属基盤10には、予め厚さ方向に貫通孔25が形成されていることが望ましく、電極層

34に給電部材27を接続したうえ、絶縁体28により貫通孔25を封止する。次に、セラミック絶縁板32および電極層34の上面に、積層シート35の半硬化状態にある第2接着剤層36を接着し、加熱処理により第2接着剤層36を硬化させる。

【0048】ウエハWの処理により絶縁性フィルム38が疲労した場合、積層シート35をセラミック絶縁板32から剥がし、新しい積層シート35を接着する。第2接着剤層36は薄いのでセラミック絶縁板32からの剥離が容易であり、セラミック絶縁板32上に一部が残ったとしても少量であるから除去は容易である。また、この実施形態では、積層シート35内に電極層34が含まれていないので、積層シート35の交換コストを低減することができる。

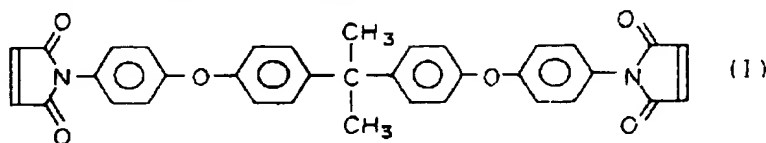
【0049】

【実施例】[実施例1]：第1の接着剤

両末端にビペラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体（宇部興産株式会社製「Hycar ATBN」）（ $m=83.5$ 、 $n=16.5$ 、重量平均分子量3600、アクリロニトリル含有量16.5%）の80重量部を、トルエン/メチルエチルケトン混合液（1：1）に溶解し、その溶解液に、下式（1）で示されるマレイミド化合物20重量部、ラウロイルペロキシド（Lauroyl peroxide/日本油脂社製）0.1重量部、およびヒンダードフェノール系抗酸化剤であるテトラキス[メチレン（3，5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート））メタン（アデカスタブ AO-60、旭電化工業社製）を1重量部混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率40重量%の液状接着剤を調製した。

【0050】

【化1】

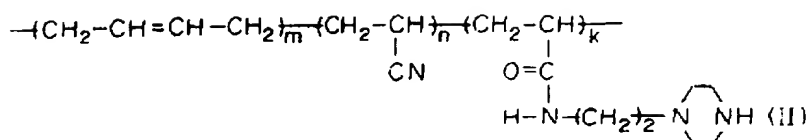


【0051】[実施例2]：第2の接着剤
両末端にビペラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体（宇部興産株式会社製「Hycar ATBN」）（ $m=83.5$ 、 $n=16.5$ 、重量平均分子量3600、アクリロニトリル含有量16.5%）の50重量部を、下式（11）で示される両末端にビペラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体（ $m=80$ 、 $n=20$ 、重量平均分子量10000、アクリロニトリル含有量20%）の30重量部と混合し、トルエ

ン/メチルエチルケトン混合液（1：1）に溶解し、その溶解液に、前記式（1）で示されるマレイミド化合物20重量部、ラウロイルペロキシド（日本油脂社製）0.1重量部、およびテトラキス[メチレン（3，5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート））メタン（アデカスタブ AO-60、旭電化工業社製）を1重量部混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率40重量%の液状接着剤を調製した。

【0052】

【化2】



【0053】「実施例3」：第3の接着剤

実施例1で使用したテトラキス〔メチレン(3, 5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ(ジハイドロシナメート)〕メタンを、1, 3, 5-トリス〔3, 5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル〕-s-トリアジン-2, 4, 6-(1H, 3H, 5H)トリオン(旭電化工業社製「アデカスタブ AO-20」)に変更した点以外は、実施例1と同様にして液状接着剤を調製した。

【0054】「実施例4」：第4の接着剤

実施例1で使用したテトラキス〔メチレン（3，5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート）〕メタンを、1，3，5-トリメチル-2，4，6-トリス（3，5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル）ベンゼン（旭電化工業社製「アデカスタブ A Q-330」）に変更した点以外は、前記実施例1と同

様にして液状接着剤を調製した。

【0055】〔実施例5〕：第5の接着剤

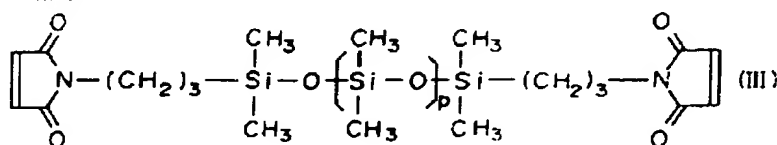
実施例 1 で使用したテトラキス〔メチレン(3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ(ジハイドロシナメート)〕メタンの添加量を、1 重量部から 10 重量部に変えた点以外は、実施例 1 と同様にして液状接着剤を調製した。

【0056】〔実施例6〕：第6の接着剤

実施例 1 で使用したマレイミド化合物を、下式 (I I I) で示されるマレイミド化合物に変えた点以外は、実施例 1 と同様にして液状接着剤を調製した。なお、P は Q ~ 7 の整数である。

【0057】

【化3】



【0058】[実施例7]：第7の接着剤

両末端にビラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体(宇部興産株式会社製「Hycar ATBN」)($m=83.5$ 、 $n=16.5$ 、重量平均分子量3600、アクリロニトリル含有量16.5%)の40重量部と、両末端にビニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体(宇部興産株式会社製「Hycar VTBN」)($m=83.5$ 、 $n=16.5$ 、重量平均分子量3600、アクリロニトリル含有量16.5%)の40重量部とを、トルエン/メチルエチルケトン混合液(1:1)に溶解し、その溶解液に、前記式(1)で示されるマレイミド化合物20重量部、 $\alpha-\alpha'$ ビス(*t*-ブチルペロキシ-*m*-イソプロピル)ベンゼン(日本油脂社製)0.1重量部、およびテトラキス[メチレン(3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ(ジハイドロシナメート))]メタン(アデカスタブ AO-60、旭電化工業社製)を1重量部混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率40重量%の液状接着剤を調製した。

【0059】〔実施例8〕：第8の接着剤

実施例7で使用した、ビニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体(宇部興産株式会社製「Hycar V TBN」)の代わりに、両末端にカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体(宇部興産株式会社製「Hycar C TBN」)($m=2, 7, n=$

1、重量平均分子量3500、アクリロニトリル含有量16.5%)の40重量部を使用した点以外は実施例7と同様にして接着剤を調製した。

【0060】〔実施例9〕：第9の接着剤

両末端にビバラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル—ブタジエン共重合体（宇部興産株式会社製「Hycar ATBN」）（ $m=83.5$ 、 $n=16.5$ 、重量平均分子量3600、アクリロニトリル含有量16.5%）の70重量部と、ビスフェノールA型（油化シェルエポキシ社製「Epicote 828」）の10重量部とを、トルエン／メチルエチルケトン混合液（1：1）に溶解し、その溶解液に、前記式（I）で示されるマレイミド化合物20重量部、 α - α' ビス（*t*-ブチルペロキシ-*m*-イソプロピル）ベンゼン（日本油脂社製）0.1重量部、ジシアンジアミド0.3重量部、およびテトラキス〔メチレン（3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート））〕メタン（旭電化工業社製「アデカスタブ AO-60」）を1重量部混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率40重量%の液状接着剤を調製した。

【0061】〔実施例10〕：第10の接着剤

ブタジエン-アクリロニトリル共重合体（重量平均分子量250,000、アクリロニトリル含有量27%）の100重量部、p-tert-ブチルフェノール型レゾールフェノール樹脂（昭和高分子社製「CKM-1282」）

の20重量部、ノボラックエポキシ樹脂（日本化薬社製「EOCN-1020」）の20重量部、前記式（I）で示されるマレイミド化合物の25重量部、1,3-ビス（3-アミノプロピル）-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン（5重量部、 α - α' -ビス（*t*-ブチルペロキシ-*m*-イソプロピル）ベンゼン（日本油脂社製）の0.1重量部、およびテトラキス〔メチレン（3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート）〕メタン（旭電化工業社製「アデカスタブAO-60」）を1重量部混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率30重量%の液状接着剤を調製した。

【0062】【実施例11】：第11の接着剤
両末端にヒペラジニルエチルアミノカルボニル基を有するアクリロニトリル-ブタジエン共重合体（宇部興産株式会社製「Ilycar ATBN」）（*m*-83, 5, *n*-16, 5, 重量平均分子量3600, アクリロニトリル含有量16, 5%）の60重量部を、トルエン/メチルエチルケトン混合液（1:1）に溶解し、その溶解液に、前記式（I）で示されるマレイミド化合物の40重量部と、ラウロイルペロキシド（日本油脂社製）の0.1重量部と、テトラキス〔メチレン（3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート）〕メタン（旭電化工業社製「アデカスタブAO-60」）の1重量部と、平均粒径5 μ mの球状アルミナフィラーの25重量部とを混合し、テトラヒドロフランに溶解し、固形分率40重量%の液状接着剤を調製した。

【0063】【比較例1】：比較のための第1の接着剤
実施例1で使用しているテトラキス〔メチレン（3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート）〕メタンを使用しない点以外は、実施例1と同様に固形分率40重量%の接着剤を調製した。

【0064】【比較例2】：比較のための第2の接着剤
実施例1で使用しているテトラキス〔メチレン（3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシ（ジハイドロシナメート）〕メタンの代わりに、*L*-アスコルビン酸を使用した点以外は、実施例1と同様に固形分率40重量%の接着剤を調製した。

【0065】【比較例3】：比較のための第3の接着剤
エポキシアクリレート（日本化薬社製「R-551」）の100重量部と、過酸化ベンゾイルの1重量部とを、トルエン/メチルエチルケトン混合液（1:1）に溶解し、固形分率40%の接着剤を調製した。

【0066】【評価実験1】：セラミック絶縁板からの剥がれにくさを評価した。実施例1～11、および比較例1～3の接着剤を用いて、図1に示す静電チャック装置用の積層シート17をそれぞれ作製した。まず、膜厚50 μ mのポリイミドフィルム（東レ・デュボン社製商品名：カプトン）からなる多数の絶縁性フィルムに、それぞれアルミニウムを厚さ500オングストロームに蒸着して図3に示すような形状の電極層20を形成した

後、この電極形成面に、実施例1～11、および比較例1～3の接着剤を、乾燥後の厚さが20 μ mになるように塗布し、これらを乾燥して150℃で5分間加熱し半硬化させた。これら接着剤層上に、再び同じ接着剤を乾燥後の厚さが20 μ mになるように塗布し、乾燥して半硬化させ、合計40 μ mの半硬化した接着剤層を形成した。

【0067】こうして得られた各積層シートを、直径8インチ×厚さ3mmの表面平滑なセラミック絶縁板（電極は形成していない）にそれぞれ張り付け、100～150℃のステップキュアを行って、第2接着剤層36を硬化させた。

【0068】こうして得られたセラミック絶縁板および積層シートの積層体を、ヒートサイクル試験装置に入れ、150℃に加熱して30分間保持した後、-40℃に急冷して30分間保持するサイクルを60回繰り返し、常温に戻した後、接着層の剥がれが生じたか否かを目で見確認した。

【0069】その結果、実施例1～11、および比較例1および2の接着剤を用いた積層シートでは剥がれが生じていなかったが、比較例3の接着剤を用いた積層シートでは、セラミック絶縁板から部分的に剥離していた。

【0070】【実施例12】厚さ2mmのアルミナ製のセラミック絶縁板（東芝セラミックス社製商品名：AL-16）の一面を、所定パターンに基づいて深さ0.1mmの凹部を研削加工により形成した。次に銀-パラジウム合金ペーストを作成し、絶縁板の研削部に塗布し、加熱して電極層を硬化させた後、セラミック絶縁板および電極層の表面を研磨して平滑にした。

【0071】次いで、セラミック絶縁板の非電極面に、実施例1の接着剤を乾燥後の厚さが20 μ mになるように塗布し、150℃で5分間乾燥し、金属基盤と貼り合わせた。この時、金属基盤およびセラミック絶縁板には、厚さ方向に貫通孔を開け、その貫通孔内に導電性部材を通して、電極層と金属基盤間に電圧を印加できるようにした。

【0072】次いで、厚さ50 μ mの絶縁性ポリイミドフィルム（東レ・デュボン社製商品名：カプトン）の一面に前記接着剤を乾燥後の厚さが20 μ mになるように塗布し、150℃で5分間乾燥して第2の接着剤層を形成した後、金属基盤上のセラミック絶縁板と貼り合わせ、80℃～150℃のステップキュア処理を5時間行なって接着し、本発明による直径8インチの静電チャック面を有する静電チャック装置を作製した。

【0073】この実施例12の装置を評価実験1と同じヒートサイクル試験装置に入れ、同じ条件で接着層の剥がれが生じたか否かを目で見確認した。その結果、実施例12の装置でも接着層の剥がれは生じていなかった。

【0074】【評価実験2】：伸び率と反りを評価し

た。実施例1～11および比較例1～3の接着剤を、予め剥離処理を施したポリエチレンテレフタレートフィルム（厚さ $37\mu\text{m}$ ）の一面に塗布し、 120°C で5分間乾燥することにより、厚さ $20\mu\text{m}$ の接着層を形成し、接着シートとした。

【0075】また、実施例1の接着剤により接着層を形成したポリエチレンテレフタレートフィルムを2枚、接着層同士を貼り合わせ、一方のフィルムを剥離させて、厚さ $40\mu\text{m}$ の接着層を有する接着シートを作製した（実施例13）。

【0076】以上の各接着シートを 180°C で1時間加熱して接着剤を硬化させたのち、全てのフィルムを剥がし、硬化した接着剤層を $10\text{mm}\times 100\text{mm}$ の長方形に切断し、万能引っ張り試験機（島津製作所製「テンシロン」）に装着し、接着剤層の長手方向に向けて 50m

m/min で引っ張り、接着剤層が切断する直前の伸び率を比較した。結果を表1に示す。

【0077】また、実施例1～11および比較例1～3の接着剤層を形成した接着シート、および実施例13の接着シートから、全てフィルムを剥がした上、接着剤層のみを、 $76\text{mm}\times 52\text{mm}\times 0.9\text{mm}$ のホウケイ酸ガラスと、 $76\text{mm}\times 52\text{mm}\times 5\text{mm}$ のアルミニウム板との間に挟み、ラミネート装置で貼り合わせたのち、 120°C で2時間加熱して接着剤層を硬化させた。常温に戻した後、ガラス面に発生した反りの深さ（ μm ）をデジタル式深度顕微鏡で測定した。また、（反りの深さ）／（ガラスの対角線長さ）を反り率（％）として求めた。結果を表1に示す。

【0078】

【表1】

	伸び率（％）	反り深さ（ μm ）	反り率（％）
実施例1	230	18	0.020
実施例2	260	15	0.016
実施例3	230	18	0.020
実施例4	230	16	0.017
実施例5	260	13	0.013
実施例6	200	18	0.020
実施例7	200	15	0.016
実施例8	210	10	0.011
実施例9	170	17	0.018
実施例10	180	16	0.017
実施例11	170	8	0.009
実施例13	180	10	0.011
比較例1	40	40	0.043
比較例2	60	38	0.041
比較例3	15	35	0.038

【0079】表1から明らかなように、本発明に係る実施例1～11、13の接着層では比較例1～3に比べて格段に伸び率が大きく、弾性に富んでいた。また、硬化時に生じる応力が小さいため、ガラス面に生じる反りが小さかった。この結果によれば、金属基板とセラミック板の熱膨張（または収縮）の差による反りを吸収することができ、しかも接着層の温度変化による体積変化が小さいために、セラミック板および／またはウエハ吸着面の反りを改善できること、並びに、セラミック絶縁板の損傷を防ぐ効果が得られることが予測できた。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る静電チャック装置によれば、半硬化状態の接着剤層を加熱処理して接着剤層を形成する際に接着剤層が若干体積変化したとしても、接着剤層の主組成物であるゴム成分が弾

性により応力を緩和するため、セラミック絶縁板にかかる応力を低減することができる。また、接着剤層には耐熱性に優れたフェノール系抗酸化剤が含まれているため、ゴム成分から発生するラジカルを吸収し、ゴム成分の酸化劣化を長期に亘って防ぐことが可能である。これにより、セラミック絶縁板に歪みが生じたり、セラミック絶縁板と接着剤層との接合界面に部分的剥離が生じて被吸着物の冷却性が低下したり、吸着面の平面度が悪化して吸着力が低下したりするなどの様々な問題を長期に亘って防止することが可能である。

【0081】また、本発明に係る静電チャック用積層シートおよび静電チャックシート用接着剤によれば、接着剤層を加熱処理して接着を行う際に接着剤層が若干体積変化したとしても、接着剤層の主組成物であるゴム成分が弾性により応力を緩和するため、被接着物に歪みを生

じたり、シート表面の平面度が低下するなどの影響を低減することができる。また、接着剤層には耐熱性に優れたフェノール系抗酸化剤が含まれているため、ゴム成分から発生するラジカルを高温下でも効率よく吸収し、ゴム成分の酸化劣化を長期に亘って防ぐことが可能である。これにより、被接着物を歪ませたり、接合界面に部分的剥離が生じて被吸着物の冷却性が低下したり、吸着面の平面度が悪化して吸着力が低下したりするなどの様々な問題を長期に亘って防止することが可能であるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る静電チャック装置の一実施形態の断面図である。

【図2】 本発明に係る静電チャック装置の他の実施形態の断面図である。

【図3】 本発明に係る静電チャック装置の他の実施形態の平面図である。

【図4】 図3中のI V - I V線断面図である。

【図5】 本発明に係る静電チャック装置の他の実施形態の断面図である。

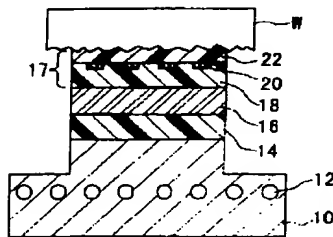
【図6】 従来の静電チャック装置の一例の断面図である。

【図7】 従来の静電チャック装置の一例の断面図である。

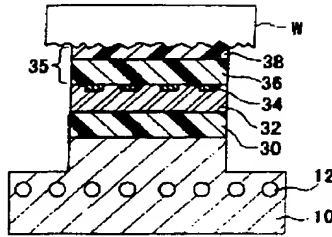
【符号の説明】

- 10 金属基盤
- 12 熱媒流路
- 14, 30 第1接着剤層
- 16, 32 セラミック絶縁板
- 18, 36 第2接着剤層
- 20, 34 電極層
- 22, 38 絶縁性フィルム
- 24 貫通孔
- 27 給電部材

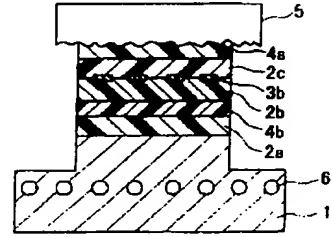
【図1】



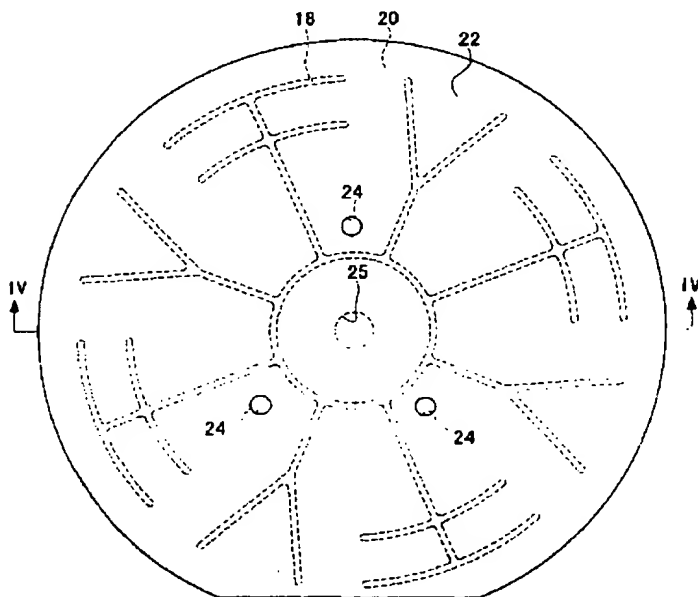
【図2】



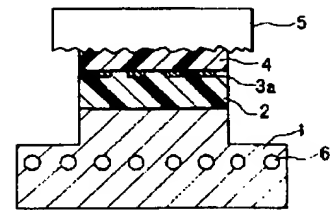
【図6】



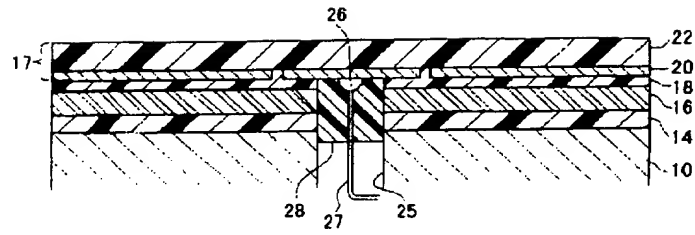
【図3】



【図7】



【 図 4 】



【 図 5 】

